

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **10-206663**  
 (43)Date of publication of application : **07.08.1998**

(51)Int.CI. G02B 6/122  
 G02B 6/293

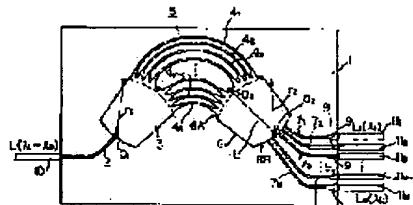
(21)Application number : **09-009756** (71)Applicant : **HITACHI CABLE LTD**  
 (22)Date of filing : **22.01.1997** (72)Inventor : **AKIBA KENJI  
 INABA KIMIO**

## (54) LIGHT WAVE LENGTH UNITER-BRANCHER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce dispersion of a loss between output channel wave guide passages by enabling plural output channel wave guide passages to have an output loss set according to a wave branching loss respectively suffered by the plural pieces of signal light.

**SOLUTION:** Output channel wave guide passages 71 to 7N are arranged in a radial shape with a point O3 in the central vicinity of a connecting surface 6A of an output side slab wave guide passage 6 as the center. The signal light L1 to LN of wave lengths  $\lambda 1$  to  $\lambda N$  incident from a connecting surface 6B of the output side slab wave guide passage 6, are branched and emitted, and are made incident on corresponding optical fibers 111 to 11N. A taper part 9 is formed on the output side of the output channel wave guide passage 71. A core width of the taper part 9 becomes larger in order as it proceeds to the output channel wave guide passage 71 arranged outside from the line symmetry axial L of the output side slab wave guide passage 6. A connecting loss of a connecting part of the optical fiber 111 of the output channel wave guide passage 71 decreases as the core width of the taper part 9 becomes larger.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2858655

[Date of registration] 04.12.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-206663

(43) 公開日 平成10年(1998)8月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 6/122  
6/293

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12  
6/28

A  
B

審査請求 有 請求項の数 5 ○ L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平9-9756

(22) 出願日

平成9年(1997)1月22日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 秋葉 健次

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72) 発明者 稲葉 公男

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

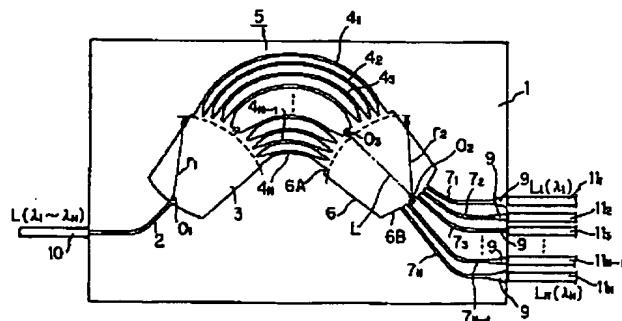
(74) 代理人 弁理士 平田 忠雄

(54) 【発明の名称】 光波長合分波器

(57) 【要約】

【課題】 出力用チャネル導波路間における損失のばらつきを低減すること。

【解決手段】 複数の出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  の出力端  $7_A$  に複数の信号光  $L_1 \sim L_N$  が分波時に受け  
る損失に応じて設定された損失を与える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に配置され、所定の波長間隔を有した複数の信号光を多重化した波長多重信号光を入力する入力用チャネル導波路、前記入力用チャネル導波路から入射した前記波長多重信号光を広げる入力側スラブ導波路、前記波長間隔により決定される導波路長を有して前記入力側スラブ導波路が射出する前記波長多重信号光を分岐伝播して前記導波路長の差に応じた位相差を前記複数の信号光に与える複数のチャネル導波路を有したアレイ導波路回折格子、前記複数のチャネル導波路からそれぞれ出射される前記波長多重信号光の前記複数の信号光を複数の所定の集光位置に集光させる出力側スラブ導波路、及び前記複数の所定の集光位置に位置する入射端から分波入射した前記複数の信号光を伝播して出力端から出力する複数の出力用チャネル導波路から構成された光波長合分波器において、

前記複数の出力用チャネル導波路は、前記複数の信号光がそれぞれ受けた分波損失に応じて設定された出力損失を有することを特徴とする光波長合分波器。

【請求項2】 前記複数の出力用チャネル導波路は、前記出力端において異なったコア幅を有することにより前記出力損失が設定される構成の請求項1記載の光波長合分波器。

【請求項3】 前記複数の出力用チャネル導波路は、前記出力側スラブ導波路の線対称軸から外側に配置されたものほど前記出力端の前記コア幅が大である構成の請求項2記載の光波長合分波器。

【請求項4】 前記複数の出力用チャネル導波路は、前記出力端に向けてコア幅が滑らかに変化するテーパ部を有する請求項2記載の光波長合分波器。

【請求項5】 前記複数の出力用チャネル導波路は、コアとクラッドの比屈折率差が0.72～0.82のとき、前記出力端の前記コア幅が4～11μmに設定されている構成の請求項2記載の光波長合分波器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は所定の波長間隔を有する複数の信号光を合波、或いは分波する光波長合分波器に関し、特に、出力用チャネル導波路間における損失のばらつきを低減した光波長合分波器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信の分野においては、複数の信号を波長間隔1ナノメータ程度の複数の波長の光にそれぞれ載せ、これらを1本の光ファイバで伝送して通信容量を拡大する波長分割多重伝送方式が検討されている。この方式においては、所定の波長間隔を有した複数の信号光を合波、或いは分波する光波長合分波器が重要な役割を果たしているが、中でもアレイ導波路回折格子を用いた光波長合分波器は狭い波長間隔で通信容量の多重数を大きくすることができ、有望視されている。

【0003】 アレイ導波路回折格子を用いた、従来の光波長合分波器として、例えば、特開平4-163406号公報等に開示されるものがある。

【0004】 図5は、上記光波長合分波器を示す。この光波長合分波器は、基板1上に入力用チャネル導波路2、入力側スラブ導波路3、複数のチャネル導波路4<sub>1</sub>～4<sub>N</sub>を有したアレイ導波路回折格子5、出力側スラブ導波路6、及び複数の出力用チャネル導波路7<sub>1</sub>～7<sub>N</sub>を順次接続して構成されている。

10 【0005】 入力用チャネル導波路2は、矩形断面を有し、波長間隔△λの波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>のN波が多重されている波長多重信号光Lを外部から入力する。

【0006】 入力側スラブ導波路3は、入力用チャネル導波路2との接続部付近に曲率中心O<sub>1</sub>を有した曲率半径r<sub>1</sub>の円弧の接続面3Aをアレイ導波路回折格子5との間に有し、入力導波路2から入力した波長多重信号光Lを回折効果によって広げるように構成されている。

【0007】 アレイ導波路回折格子5は、矩形断面を有し、且つ、それぞれ隣接間で波長間隔△λに応じた長さ

20だけ異なる導波路長を有した複数のチャネル導波路4<sub>1</sub>～4<sub>N</sub>から構成され、波長多重信号光Lを波長数に応じた数に分岐して伝播すると共に分岐された波長多重信号光Lの各波長の信号光にチャネル導波路4<sub>1</sub>～4<sub>N</sub>の導波路長の差に応じた位相差を与える。

【0008】 出力側スラブ導波路6は、複数の出力用チャネル導波路7<sub>1</sub>～7<sub>N</sub>との接続面6Bの中心付近に曲率中心O<sub>2</sub>を有した曲率半径r<sub>2</sub>の円弧の接続面6Aをアレイ導波路回折格子5との間に有し、出力用チャネル導波路7<sub>1</sub>～7<sub>N</sub>の対応する入射部に複数のチャネル導波路4<sub>1</sub>～4<sub>N</sub>からそれぞれ射出される波長多重信号光Lの波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>の信号光L<sub>1</sub>～L<sub>N</sub>の対応する信号光が集光するように構成されている。

【0009】 出力用チャネル導波路7<sub>1</sub>～7<sub>N</sub>は、矩形断面を有し、且つ、出力側スラブ導波路6の接続面6Aの中心付近の点O<sub>3</sub>を中心にして放射状に配置され、出力側スラブ導波路6の接続面6Bから入射した波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に対応した信号光L<sub>1</sub>～L<sub>N</sub>を分波して射出する。

【0010】 以上の説明は光合分波器を分波機器として40使用した場合であるが、合波器として使用するときは、分波器の入力を出力として、分波器の出力を入力として読み替えれば良い。以下同様である。

【0011】 以上の構成において、波長間隔△λの波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>のN波が多重されている波長多重信号光Lが図示しない光ファイバを介して入力用チャネル導波路2に入射すると、入力側スラブ導波路3において回折効果により広げられ、アレイ導波路回折格子5を構成する複数のチャネル導波路4<sub>1</sub>～4<sub>N</sub>に分岐して入射する。複数のチャネル導波路4<sub>1</sub>～4<sub>N</sub>に入射した波長多重信号光Lは、各波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>毎にチャネル導波路4<sub>1</sub>～4

$N$  の導波路長に応じた位相差を与えられる。その結果、チャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  よりそれぞれ出射された  $\lambda_1$  の信号光  $L_1$  は全て出力チャネル導波路  $7_1$  の入射部に集光する。同じように  $\lambda_2, \lambda_3 \dots \lambda_N$  の信号光  $L_2, L_3 \dots L_N$  も出力チャネル導波路  $7_2, 7_3 \dots 7_N$  の入射部にそれぞれ集光する。このようにして分波されて各出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  の入射部に集光した信号光  $L_1 \sim L_N$  は、出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  を伝播してその出力側から出射される。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の光波長合分波器によると、出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  のうち出力側スラブ導波路 6 の線対称軸から離れて配置されたものほど損失が大になり、そのため、線対称軸 Lを中心とした内側と外側の出力用チャネル導波路の間で損失にばらつきが生じるという問題がある。

【0013】図 6 は、図 5 における各導波路のコアとクラッドの比屈折率差を 0.8% とし、 $N = 8$  として 8 本の出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_8$  から波長  $\lambda_1 \sim \lambda_8$  の信号光  $L_1 \sim L_8$  を出力する場合のそれぞれの損失を示し、線対称軸 L に近い波長  $\lambda_4, \lambda_5$  の出力用チャネル導波路  $7_4, 7_5$  と線対称軸 L から離れた波長  $\lambda_1, \lambda_8$  の出力用チャネル導波路  $7_1, 7_8$  との間で 0.9 dB の損失のばらつきが生じる結果が得られている。

【0014】従って、本発明の目的は出力用チャネル導波路間における損失のばらつきを低減することができる光波長合分波器を提供することである。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は上記問題点に鑑み、出力用チャネル導波路間における損失のばらつきを低減するため、基板上に配置され、所定の波長間隔を有した複数の信号光を多重化した波長多重信号光を入力する入力用チャネル導波路、前記入力用チャネル導波路から入射した前記波長多重信号光を広げる入力側スラブ導波路、前記波長間隔により決定される導波路長を有して前記入力側スラブ導波路が射する前記波長多重信号光を分岐伝播して前記導波路長の差に応じた位相差を前記複数の信号光に与える複数のチャネル導波路を有したアレイ導波路回折格子、前記複数のチャネル導波路からそれぞれ出射される前記波長多重信号光の前記複数の信号光を複数の所定の集光位置に集光させる出力側スラブ導波路、及び前記複数の所定の集光位置に位置する入射端から分波入射した前記複数の信号光を伝播して出力端から出力する複数の出力用チャネル導波路から構成された光波長合分波器において、前記複数の出力用チャネル導波路は、前記複数の信号光がそれぞれ受けた分波損失に応じて設定された出力損失を有した光波長合分波器を提供するものである。

【0016】前記複数の出力用チャネル導波路は、前記出力端において異なるコア幅を有することにより前記

出力損失が設定される構成が好ましい。

【0017】前記複数の出力用チャネル導波路は、前記出力側スラブ導波路の線対称軸から外側に配置されたものほど前記出力端の前記コア幅が大である構成が好ましい。

【0018】前記複数の出力用チャネル導波路は、前記出力端に向けてコア幅が滑らかに変化するテーパ部を有することが好ましい。

【0019】前記複数の出力用チャネル導波路は、コアとクラッドの比屈折率差が 0.72 ~ 0.82 のとき、前記出力端の前記コア幅が 4 ~ 11 μm に設定されている構成が好ましい。

## 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光波長合分波器を添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【0021】図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る光波長合分波器を示す。この光波長合分波器は、基板 1 上に入力用チャネル導波路 2、入力側スラブ導波路 3、複数のチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  を有したアレイ導波路 20 回折格子 5、出力側スラブ導波路 6、及び複数の出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  を順次接続して構成されている。

【0022】入力用チャネル導波路 2 は、矩形断面を有し、光ファイバ 10 から波長間隔  $\Delta \lambda$  の波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の N 波が多重されている波長多重信号光 L を入力する。

【0023】入力側スラブ導波路 3 は、入力用チャネル導波路 2 との接続部付近に曲率中心  $O_1$  を有した曲率半径  $r_1$  の円弧の接続面 3A をアレイ導波路回折格子 5 との間に有し、入力導波路 2 から入力した波長多重信号光 30 L を回折効果によって広げるように構成されている。

【0024】アレイ導波路回折格子 5 は、矩形断面を有し、且つ、それぞれ隣接間で波長間隔  $\Delta \lambda$  に応じた長さだけ異なった導波路長を有した複数のチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  から構成され、波長多重信号光 L を分岐して伝播すると共に分岐された波長多重信号光 L の各波長の信号光にチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  の導波路長の差に応じた位相差を与える。

【0025】出力側スラブ導波路 6 は、複数の出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  との接続面 6B の中心付近に曲率中心  $O_2$  を有した曲率半径  $r_2$  の円弧の接続面 6A をアレイ導波路回折格子 5 との間に有し、出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  の対応する入射部に複数のチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  からそれぞれ出射される波長多重信号光 L の波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光  $L_1 \sim L_N$  の対応する信号光が集光するように構成されている。

【0026】出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  は、矩形断面を有すると共に、出力端のコア幅がそれぞれ異なったテーパ部 9 を有し、且つ、出力側スラブ導波路 6 の接続面 6A の中心付近の点  $O_3$  を中心にして放射状に配置され、出力側スラブ導波路 6 の接続面 6B から入射した

波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光  $L_1 \sim L_N$  を分波して出射して対応する光ファイバ  $11_1 \sim 11_N$  に入射させる。

【0027】図2は、上記光波長合分波器の出力用チャネル導波路  $7_i$  ( $i = 1 \sim N$ ) と光ファイバ  $11_i$  ( $i = 1 \sim N$ ) の接続部を示し、コア  $11_A$ 、及びクラッド  $11_B$  を有した光ファイバ  $11_i$  に向けて信号光  $L_i$  を出射する出力用チャネル導波路  $7_i$  の出力側に、出力端  $7A$  が所定のコア幅  $w$  のテーパ部  $9$  が形成されている。テーパ部  $9$  のコア幅  $w$  は、例えば、各導波路のコアとクラッドの比屈折率差を  $0.75\%$  としたとき、 $4 \sim 10 \mu m$  の範囲で出力側スラブ導波路6の線対称軸から外側に配置された出力用チャネル導波路  $7_i$  にいくほど順に大きくなっている。

【0028】図3は、出力用チャネル導波路  $7_i$  のコアの幅、及び厚みを  $6 \mu m$ 、光ファイバ  $11_i$  のモードフィールド径を  $9.7 \mu m$ 、各導波路のコアとクラッドの比屈折率差を  $0.75\%$  としたとき、出力用チャネル導波路  $7_i$  のテーパ部  $9$  のコア幅  $w$  と光ファイバ  $11_i$  との接続部の接続損失の関係を示す。これから判るように、接続損失はテーパ部  $9$  のコア幅  $w$  が大きくなるにつれて減少し、 $10 \mu m$  のときに最小となる。従って、出力側スラブ導波路6の線対称軸から外側に配置された出力用チャネル導波路  $7_i$  にいくほど順に接続損失が小さくなる。ただし、 $w > 10 \mu m$  では増加する。

【0029】以上の構成において、波長間隔  $\Delta\lambda$  の波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  のN波が多重されている波長多重信号光  $L$  が光ファイバ  $10$  を介して入力用チャネル導波路  $2$  に入射すると、入力側スラブ導波路  $3$  において回折効果により広げられ、アレイ導波路回折格子  $5$  を構成する複数のチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  に分岐して入射する。複数のチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  に分岐して入射した波長多重信号光  $L$  は、各波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  每にチャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  の導波路長に応じた位相差を与えられる。その結果、チャネル導波路  $4_1 \sim 4_N$  よりそれぞれ出射された  $\lambda_1$  の信号光  $L_1$  は全て出力チャネル導波路  $7_1$  の入射部に集光する。同じように  $\lambda_2, \lambda_3 \dots \lambda_N$  の信号光  $L_2, L_3 \dots L_N$  も出力チャネル導波路  $7_2, 7_3 \dots 7_N$  の入射部にそれぞれ集光する。このようにして分波されて各出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  の入射部に集光した信号光  $L_1 \sim L_N$  は、出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  を伝播して出力端  $7A$  から出射され対応する光ファイバ  $11_1 \sim 11_N$  に入射する。出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  を伝播する光信号  $L_1 \sim L_N$  は、出力側スラブ導波路6の線対称軸  $L$  から離れているものほど損失が大になっているが、光ファイバ  $11_1 \sim 11_N$  との接続部の接続損失が出力側スラブ導波路6の線対称軸  $L$  から外側に配置された出力用チャネル導波路  $7_i$  に向けて順に小さくなっているため、損失のばらつきが低減された光信号  $L_1 \sim L_N$  が光ファイバ  $11_1 \sim 11_N$  に入射する。

【0030】次に、出力用チャネル導波路  $7_i$  のコアの幅、及び厚みを  $6 \mu m$ 、光ファイバ  $11_i$  のモードフィールド径を  $9.7 \mu m$ 、各導波路のコアとクラッドの比屈折率差を  $0.75\%$  とし、 $N = 8$  として8本の出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_8$  から波長  $\lambda_1 \sim \lambda_8$  の信号光  $L_1 \sim L_8$  を出力する場合について検討する。

【0031】ここで、出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_8$  のテーパ部  $9$  のコア  $w$  は表1に示す通りである。すなわち、出力側スラブ導波路6の線対称軸  $L$  から離れて配置された出力用チャネル導波路  $7_1, 7_8$  のテーパ部  $9$  のコア幅  $w$  を  $10 \mu m$  と大きくし、出力側スラブ導波路6の線対称軸  $L$  に近い出力用チャネル導波路  $7_4, 7_5$  のテーパ部  $9$  のコア幅  $w$  を  $5 \mu m$  と小さくしている。

【表1】

出力用チャネル導波路	テーパ部コア幅(μm)
$7_1$	10.0
$7_2$	9.0
$7_3$	7.0
$7_4$	5.0
$7_5$	5.0
$7_6$	7.0
$7_7$	9.0
$7_8$	10.0

【0032】図4は、8本の光ファイバ  $11_1 \sim 11_8$  に入射した波長  $\lambda_1 \sim \lambda_8$  の信号光  $L_1 \sim L_8$  のそれぞれの損失を示し、従来の  $0.9 \text{ dB}$  の損失のばらつきを  $0.65 \text{ dB}$  まで低減している。

【0033】以上の実施の形態において、基板1としてガラス基板、半導体基板等を適用することができる。また、コア、クラッド、バッファ層についても、ガラス系の材料や半導体材料等、光学的に透明な材料を選択して形成することができる。また、損失のばらつきをコア  $w$  の設定によって低減したが、他の手段、例えば、出力用チャネル導波路  $7_1 \sim 7_N$  と光ファイバ  $11_1 \sim 11_N$  の間に集光レンズ等の光結合手段を配置し、その光結合度を適切な値に設定することによっても実現することができる。更に、合波器として使用するとき、複数の信号光が合波時に受ける損失に応じて入力損失を適切に設定すれば良い。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光波長合分波器によると、複数の出力用チャネル導波路は複数の信号光が分波時に受ける損失に応じて設定された損失を出力端に有するため、複数の信号光間の損失のばらつきを低減することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す平面図。

【図2】第1の実施の形態における出力用チャネル導波路と光ファイバの接続部を示す説明図。

【図3】出力用チャネル導波路のテーパ部のコア幅と光ファイバとの接続部の接続損失の関係を表すグラフ。

【図4】第1の実施の形態における各波長の損失を示す説明図。

【図5】従来の光波長合分波器を示す平面図。

【図6】従来の光波長合分波器における各波長の損失を示す説明図。

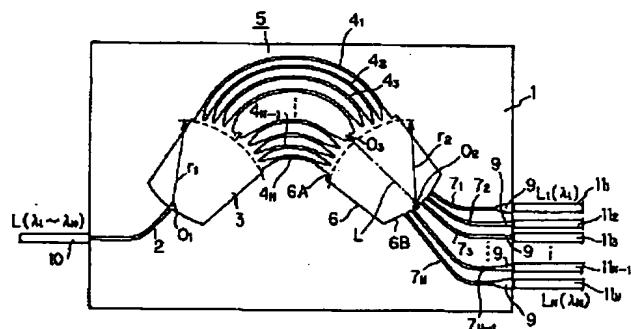
【符号の説明】

1 基板

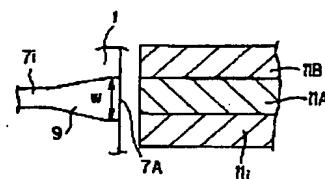
2 入力用チャネル導波路

3 入力側スラブ導波路  
 3 A 接続面  
 4<sub>1</sub> ~ 4<sub>N</sub> チャネル導波路  
 5 アレイ導波路回折格子  
 6 出力側スラブ導波路  
 6 A、6 B 接続面  
 7<sub>1</sub> ~ 7<sub>N</sub>、7<sub>i</sub> 出力用チャネル導波路  
 9 テーパ部  
 10 光ファイバ  
 11<sub>1</sub> ~ 11<sub>N</sub> 光ファイバ  
 11 A コア  
 11 B クラッド

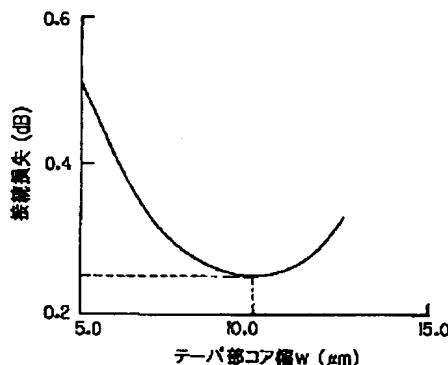
【図1】



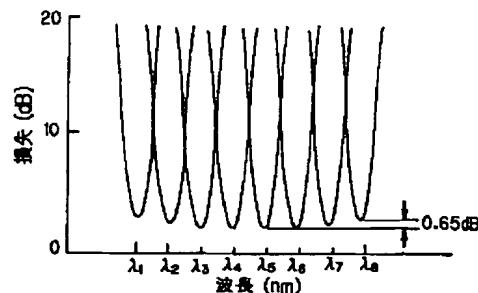
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

